



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 18 036 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 198 18 036.5
㉔ Anmeldetag: 22. 4. 98
㉕ Offenlegungstag: 4. 11. 99

㉕ Int. Cl.⁶:
H 01 L 23/28
H 01 G 2/10
H 01 F 27/02
H 02 N 2/00
B 60 L 11/18
H 01 L 41/22
F 02 M 51/06
B 29 C 63/00
B 29 C 65/02
B 29 C 65/64

DE 198 18 036 A 1

㉗ Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

㉗ Erfinder:
Schuh, Carsten, Dr., 85598 Baldham, DE; Hekele,
Wilhelm, Dipl.-Ing. (FH), 83125 Eggstätt, DE

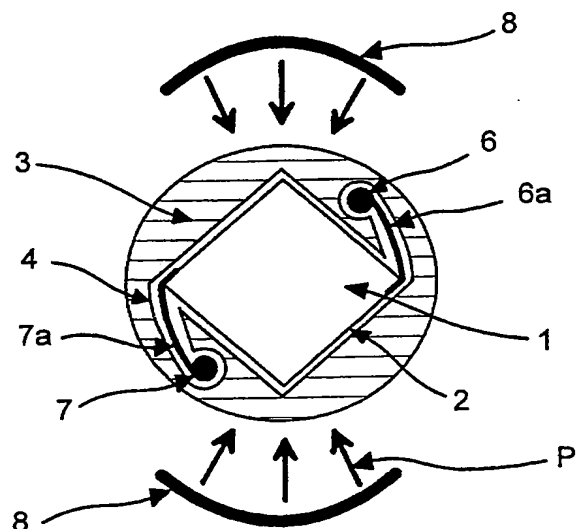
㉖ Entgegenhaltungen:
DE 43 10 401 A1
DE-OS 19 02 392

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉘ Verfahren zur Herstellung eines elektrotechnischen Bauteils mit einer kunststoffpassivierten Oberfläche, derartiges Bauteil und Anwendung dieses Bauteils

㉙ Verfahren zur Herstellung eines elektrotechnischen Bauteils mit einer kunststoffpassivierten Oberfläche, derartiges Bauteil und Anwendung dieses Bauteils.
Herkömmliche Verfahren zur Kunststoffpassivierung der Oberfläche eines elektrotechnischen Bauteils erfordern einen relativ hohen technischen Aufwand, wobei diese Verfahren, wie beispielsweise Spritzguß, besonders auf die Verarbeitung niedrigviskoser Kunststoffe ausgelegt sind. Es wird ein einfaches Verfahren zur Passivierung vorgestellt, das insbesondere für die Verarbeitung hochviskoser Kunststoffe geeignet ist.
Das Bauteil wird in einem vorgefertigten Kunststoffkörper angeordnet und mit dem Körper verbunden.
Dieses Verfahren wird zur Herstellung einer Piezoaktorenanordnung vorgeschlagen, die zur Ansteuerung von Einspritzventilen in Brennkraftmaschinen verwendet wird. Der Kunststoff besteht dabei aus Festsilikon und/oder fluoriertem Silikon-Elastomer.



DE 198 18 036 A 1

Es ist oft notwendig, empfindliche elektrotechnische Bauteile wie beispielsweise Piezoaktoren zu passivieren, d. h. ihre Oberfläche elektrisch zu isolieren und vor Verschmutzung oder mechanischer Beschädigung zu schützen. Dies erreicht man unter anderem dadurch, daß das Bauteil mit einem Schutzmantel aus Kunststoff versehen wird. Dabei wird der Kunststoff im unvernetzten Zustand auf das Bauelement aufgetragen. Durch Polymerisierung oder Vulkanisierung des Kunststoffs baut sich die eigentliche Schutzschicht auf. Das Aufbringen des unvernetzten Kunststoffs erfolgt beispielsweise durch Tauchen, Sprühen oder im Spritzgußverfahren. Damit diese Techniken eingesetzt werden können, müssen die verwendeten Kunststoffe hinreichend niedrig viskos sein.

Entsprechend den Anforderungen an die Schutzschicht des Bauteils müssen unter Umständen höher viskose Kunststoffe verarbeitet werden. Beispielsweise hängt die Zuverlässigkeit von Piezoaktoren, die in Diesel-Einspritz-Systemen eingesetzt werden, entscheidend von der Elastizität des Schutzmantels ab, die zwischen -50°C und $+150^{\circ}\text{C}$ gewährleistet sein muß. Diese Spezifikation wird von Silikon-Elastomeren erfüllt. Im nichtvulkanisierten Zustand sind diese Elastomere relativ hoch viskos und daher nur bedingt zur Automatisierung geeignet.

Die lückenlose Passivierung solcher Piezoaktoren gelingt nach dem heutigen Stand der Technik dadurch, daß das Silikon-Elastomer mit einem Pinsel per Hand auf den Aktor aufgetragen wird. Danach wird der Kunststoff durch Erhöhung der Temperatur vernetzt.

Im Hinblick auf eine Anwendung von Piezoaktoren in Diesel-Einspritz-Systemen, die eine Zentrierung des Aktors beispielsweise in einer zylindrischen Form erfordert, ist es notwendig, den passivierten Aktor mit seinen elektrischen Anschlüssen zusätzlich zu vergießen. Dazu wird der Aktor in ein Hohlprofil gelegt. Der Verguß erfolgt ebenfalls per Hand. Das Hohlprofil, das beispielsweise aus thermoplastischem Material besteht, ist nach der Verarbeitung des Kunststoffs Bestandteil des Aktor-Schutzmantels.

Alternativ dazu kann der Aktor im Spritzgußverfahren unter Verwendung eines Hohlprofils passiviert und gleichzeitig vergossen werden. Dabei wird der Aktor in dem Hohlprofil angeordnet und der Kunststoff unter Druck in den Zwischenraum zwischen Aktor und Hülle gespritzt. Werden in einem solchen Verfahren hochviskose Kunststoffe wie z. B. Silikone verarbeitet, muß ein hoher Einspritzdruck angelegt werden.

Aus WO 92/06532 sind ein eingekapselter Piezoaktor und dessen Herstellungsverfahren bekannt. Der Schutzmantel besteht hier aus einer Elastomer- bzw. Silikon-Elastomer-Schicht. Der unvulkanisierte Kunststoff wird in einem spritzgußähnlichen Verfahren an dem Aktor angebracht. Dabei wird der Aktor in einer Hülle platziert. Mittels Unterdruck wird das Elastomer zwischen die Außenwand des Aktors und die Innenwand der Hülle eingebracht. Nach Vernetzen des Elastomers wird die Hülle entfernt.

Im Gegensatz zur Verarbeitung per Hand sind die beschriebenen Spritzgußverfahren prinzipiell automatisierbar. Wegen der hohen Schergeschwindigkeiten, mit der der Kunststoff verarbeitet werden muß, besteht aber die Gefahr, daß der Aktor gegen die Wandung des Hohlprofils gedrückt wird. Die Zentrierung des Aktors kann nur unter erheblichem technischen Aufwand sichergestellt werden. Außerdem besteht die Gefahr, daß die Oberfläche des Aktors unvollständig passiviert wird. Diese Probleme kommen bei Piezoaktoren besonders zu tragen, da Piezoaktoren herstellungsbedingt Längentoleranzen von bis zu $\pm 3\%$ aufweisen

können.

In den gängigen Spritzgußverfahren werden hauptsächlich LSR (liquid silicon rubber)-Silikone verwendet. Diese Materialien haben den Nachteil, daß sie nicht selbsthaftend sind. Das bedeutet, daß die Oberfläche des Aktors vor dem eigentlichen Spritzguß behandelt werden muß (Primerung). Bei diesem Verfahrensschritt wird unter anderem auf die Oberfläche des Aktors ein Stoff aufgetragen, der die chemische Haftung des Kunststoffmantels auf dem Aktor verbessert beziehungsweise erst ermöglicht. Verwendet man dagegen selbsthaftende Kunststoffe, muß das Spritzgußwerkzeug mit einem antihaftendem Material versehen sein. Die Standzeiten des Werkzeugs und die Prozeßzuverlässigkeit werden dadurch deutlich reduziert.

Darüber hinaus zeigen die für gängige Formgebungsverfahren wie Spritzguß in Frage kommenden Silikon-Elastomere nur geringe Quellbeständigkeit gegenüber Diesel oder Raps-Methyl-Ester (Ersatzkraftstoff für Diesel). Das ist beispielsweise dann ein Problem, wenn ein Piezoaktor in Diesel-Einspritz-Systemen eingesetzt wird und nach einer gewissen Anzahl an Betriebsstunden aus dem Injektorgehäuse dieses Systems ausgebaut werden muß.

Der Temperaturausdehnungskoeffizient von Silikon ist stark positiv, der von Piezokeramiken im gepolten Zustand kann dagegen negativ werden. Deshalb muß darauf geachtet werden, daß bis zum Zeitpunkt ausreichender Haftung zwischen Silikonschutzhülle und Piezokeramik keine Temperaturschwankung auftritt. Ein schneller Haftungsaufbau ist deshalb wünschenswert. Gleichzeitig ist die Anforderung an die Stabilität des Herstellungsprozesses sehr hoch.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein einfaches Verfahren zur Passivierung der Oberfläche eines elektrotechnischen Bauteils vorzuschlagen.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst, wonach unter Verwendung eines vorgefertigten Körpers, der aus Kunststoff besteht, die zu passivierende Oberfläche des Bauteils und der Körper zusammengebracht und durch eine Druckausübung in Kontakt miteinander gebracht werden. Dieses Verfahren ist insbesondere für die Verarbeitung hochviskoser Kunststoffe geeignet. Besonders vorteilhaft ist die Anwendung des Verfahrens auf die Passivierung elektrotechnischer Bauteile, die aus Keramik bestehen wie z. B. Brennstoffzellen und Piezoaktoren.

Ein elektrotechnisches Bauteil mit einer passivierten Oberfläche ist beispielsweise eine Piezoaktorordnung, die aus einem monolithischen Piezoaktor in Vielschichtbauweise und einem diesen Aktor umhüllenden Kunststoffkörper besteht. Der Kunststoffkörper und der Aktor sind fest miteinander verbunden. Die Oberfläche des Aktors und die Innenfläche des Körpers sind zumindest in Bereichen invers zueinander geformt. D.h. hier besteht ein inniger, unmittelbarer Kontakt zwischen Aktor und Körper. Der Kunststoffkörper besteht beispielsweise aus Festsilikon oder Silikon-Elastomeren oder auch aus anderen Kunststoffen.

Der Grundlegende Gedanke des Herstellungsverfahrens einer solchen Piezoaktorordnung besteht darin, daß der Aktor in einem vorgefertigten Kunststoffkörper angebracht wird und danach mit dem Kunststoff des Körpers verbunden wird. Als Kunststoffkörper kann man beispielsweise ein Stück eines längeren Schlauchs benutzen, in das das Bauteil vor dem Verbinden gelegt wird (Anspruch 3).

Der Körper kann aber auch einen komplizierteren Aufbau besitzen. Die Innenfläche des Kunststoffkörpers, in die der Aktor während des Herstellungsprozesses angeordnet wird, weist dabei zumindest teilweise die inverse Form der Oberfläche des Aktors auf (Anspruch 4). Die Oberfläche des Aktors ergibt sich aus dem Aktor selbst und aller an ihm angebrachten elektrischen Bauteile, die mit passiviert werden

sollen (z. B. Kontaktfahnen oder elektrische Anschlüsse).

Die Herstellung des Kontakts zwischen Aktor und Körper gelingt dadurch, daß die Innenwand des Körpers gegen die Oberwand des Piezoaktors gedrückt wird. Ein Schlauch besteht z. B. aus anvulkanisiertem Kunststoff und kann z. B. durch Temperaturerhöhung auf den Aktor aufgeschrumpft werden. Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Körper aus nicht oder nur teilweise vernetztem Material besteht, das zudem ausreichend fließfähig und gleichzeitig hinreichend formstabil ist. Geht die Vernetzung des Kunststoffs, die nach dem Einlegen des Bauteils in den Körper vorangetrieben wird, beispielsweise mit einer Volumenvergrößerung einher, fließt beim Vernetzen der Kunststoff automatisch in alle Hohlräume, die sich zwischen dem Bauteil und dem Kunststoffkörper befinden. Es wird sozusagen ein innerer Druck aufgebaut (Anspruch 12).

Wird eine Vorrichtung verwendet, die von außen einen auf die Oberfläche des Aktors gerichteten Druck auf den Körper ausübt, werden mit Hilfe der Fließfähigkeit des Kunststoffs die Zwischenräume zwischen Aktor und Körper mit Material ausgefüllt (Anspruch 11). Die verwendete Vorrichtung ist beispielsweise ein Preßwerkzeug. Während des Preßvorgangs fungiert der fließfähige Kunststoff als Druckübertragungsmedium. Das bedeutet, daß zu jedem Zeitpunkt des Preßvorgangs überall im Kunststoff der gleiche Druck herrscht. Durch diese quasiisostatische Druckaufbringung sind auf einfache Weise der gleichmäßige Verguß und die Selbstzentrierung des Aktors möglich. Nach oder während des Preßvorgangs erfolgt die Vernetzung des Kunststoffs in üblicher Weise wie z. B. durch Temperaturerhöhung oder Belichtung (Ansprüche 13 und 14).

Für bestimmte Spezifikationen reicht Druck alleine zur Kontaktherstellung nicht aus. Wie bei Piezoaktoranzordnungen, die in Diesel-Einspritz-Systemen eingesetzt werden, muß eine lückenlose, porenfreie Passivierung gewährleistet sein, um das Eindringen von Wasser oder Diesel zu unterdrücken. Dies gelingt erst dann, wenn zwischen Aktor und Kunststoffhülle chemische Bindungen aufgebaut werden (z. B. Van der Waals- oder Wasserstoffbrückenbindungen). Dazu muß nach herkömmlichen Methoden auf die Oberfläche des Aktors oder des Kunststoffkörpers ein Haftungsvermittler (Primer) aufgetragen werden (Ansprüche 8 und 9). Alternativ dazu kann dem Kunststoff im Formgebungsprozeß des Körpers ein sogenannter interner Haftungsvermittler beigemischt werden, wobei der Haftungsvermittler automatisch auf der Oberfläche des Körpers präsent ist. Primer haben z. B. hydrophile Endgruppen, die mit der Keramik-Oberfläche des Aktors in Wechselwirkung treten, und hydrophobe Endgruppen, die Bindungen zu dem Kunststoff eingehen. Unter Verwendung von Primern führt die Vernetzung des Kunststoffs zu einem lückenlosen Kontakt zwischen dem Kunststoffkörper und dem Aktor. Besonders vorteilhaft ist es, wenn ein interner Haftungsvermittler verwendet wird. Dadurch wird ein schneller Haftungs Aufbau noch während des Herstellungsprozesses erzielt. In diesem Fall kann auf die aufwendige Primerung des Piezoaktors verzichtet werden.

Als günstig erweist es sich, wenn die Vorrichtung, in der sich der Kunststoffkörper zur Herstellung des Kontakts zwischen Körper und Aktor befindet, über mindestens eine Abflußöffnung für überschüssiges Kunststoffmaterial verfügt. Zusammen mit der Fließfähigkeit des Kunststoffs können mögliche Längentoleranzen des Aktors einfach ausgeglichen werden.

Der Kunststoffkörper selbst wird in einem Formgebungsprozeß (z. B. Spritzguß) hergestellt (Anspruch 2). Nach dem Formgebungsprozeß verfügt der Körper über genügend hohe Formstabilität und gleichzeitig ausreichende Fließfä-

higkeit. Dies erreicht man beispielsweise dadurch, daß dem Kunststoff Stabilisierungselemente beigelegt werden (Anspruch 7). Als Stabilisierungselemente kommen z. B. Kunststoff-Füllstoffe in Form von Kügelchen in Frage. Denkbar ist auch, daß der Kunststoffkörper in ein Gehäuse eingebettet ist, das beispielsweise aus einem thermoplastischen Kunststoff besteht, oder aus einem anderen Werkstoff wie Metall gefertigt ist. Insbesondere durch gezieltes Vernetzen des Kunststoffs kann eine bestimmte Formstabilität des Kunststoffkörpers erreicht werden (Ansprüche 2 und 6). Dabei werden wenige Vernetzungspunkte erzeugt. Die Geschwindigkeit einer Vernetzungsreaktion läßt sich z. B. durch Änderung der Reaktionstemperatur beeinflussen. Läuft im Herstellungsprozeß des Kunststoffkörpers ein entsprechendes Temperaturprogramm ab, kann die Vernetzungsreaktion nach Erreichen eines bestimmten Vernetzungsgrades abgebrochen werden.

Ein definierter Vernetzungsgrad wird beispielsweise auch dadurch erreicht, daß die Rohmasse zur Herstellung des Kunststoffkörpers einen Stoff zum Starten der Vernetzung in einer bestimmten Konzentration enthält. Die Konzentration dieses Stoffes ist dabei so gewählt, daß beim Vernetzen eine gewünschte Anzahl an Vernetzungspunkten erzeugt wird. Denkbar ist auch eine Kombination aus Stoffen, die die Vernetzung vorantreiben, und aus solchen, die die Vernetzung unterbinden.

Zur Formstabilisierung können die teilvernetzten Kunststoffe auch zusätzlich Stabilisierungselemente enthalten.

Im Zusammenwirken der Herstellung des Kunststoffkörpers und der Passivierung des Piezoaktors wird die Vernetzung des Kunststoffs nach dem Formgebungsprozeß unterbrochen oder zumindest verlangsamt (siehe z. B. oben) und nach dem Einbetten des Aktors in den Körper wieder vorangetrieben. Dies gelingt beispielsweise dadurch, daß ein Temperaturprogramm durchlaufen wird. Im einfachsten Fall enthält der Kunststoff einen Stoff, durch den bei einer bestimmten Temperatur oder in einem bestimmten Temperaturbereich die Vernetzungsreaktion des Kunststoffs mit optimaler Geschwindigkeit abläuft. Weicht die Temperatur von den optimalen Bedingungen ab, verlangsamt sich die Reaktionsgeschwindigkeit der Vernetzung. Denkbar ist auch, daß die Kunststoffrohmasse zumindest zwei Stoffe enthält, die die Vernetzung des Kunststoffs unter jeweils verschiedenen Bedingungen (z. B. Temperaturen) ermöglichen. Die Konzentration des einen Stoffes ist dabei so gewählt, daß im Formgebungsprozeß des Kunststoffkörpers ein bestimmter Vernetzungsgrad erzeugt wird. Die Konzentration eines zweiten Stoffes ermöglicht im Passivierungsprozeß des Aktors den dort benötigten Vernetzungsgrad.

Möglich ist es auch, daß beide Stoffe durch Belichtung bei verschiedenen Wellenlängen in einen reaktiven Zustand versetzt werden. Dabei können unterschiedliche Lichtquellen verwendet werden. Ausgewählte Filtersysteme für elektromagnetische Strahlung rufen die gleiche Wirkung hervor. Eine Kombination aus Belichtung und Temperaturprogramm ist ebenfalls möglich.

Der Kunststoffkörper kann nach dem Formgebungsprozeß aus mindestens zwei Einzelteilen aufgebaut sein, die zusammengesetzt den eigentlichen Kunststoffkörper ergeben. Beispielsweise besteht der Körper aus zwei Halbschalen, in die das Bauteil leicht plaziert werden kann. Im Passivierungsprozeß verbinden sich die beiden Halbschalen zu einer einzigen, fest verbundenen Schutzumhüllung. Bei Verwendung von mehrteiligen Kunststoffkörpern können auch kompliziert aufgebaute elektrotechnische Bauteile einfach und schonend passiviert werden.

Als besonders günstig erweist es sich, wenn zur Formgebung des Kunststoffkörpers und zur Passivierung des Bau-

teils die gleiche Vorrichtung verwendet wird. Dadurch lassen sich die Prozeßbedingungen für die Herstellung einer Piezoaktorordnung auf das Zusammenwirken der Formgebung des Kunststoffkörpers und der Passivierung der Oberfläche des Bauteils optimal abstimmen.

Neben den beschriebenen Vorteilen sind folgende Anmerkungen bezüglich der Erfindung zu machen:

- Die Automatisierung der lückenlosen Passivierung und des Vergusses von elektrotechnischen Bauteilen ist leicht möglich.
- Durch die Trennung der Herstellung des Kunststoffkörpers und der Passivierung des Bauteils kann der Körper kostengünstig z. B. im Spritzgußverfahren vorgefertigt werden.
- Es ist möglich, die plastische Verformbarkeit und die Formstabilität des Kunststoffs sowie den Haftungsaufbau Kunststoff-Bauteil gezielt auf den Verarbeitungsprozeß zuzuschneiden und zu optimieren.
- Die für die Verarbeitung (z. B. Spritzguß zur Herstellung des Kunststoffkörpers und Preßvorgang beim Passivieren des Bauteils) notwendigen Werkzeuge sind relativ leicht realisierbar.
- Es können beliebige Kunststoffe eingesetzt werden.
- Das beschriebene Verfahren ist kostengünstig.

Im folgenden wird die Erfindung beispielhaft anhand einer Piezoaktorordnung und der dazugehörigen Figuren näher erläutert. Die Figuren sind nicht maßstabsgetreu gezeichnet.

Fig. 1 zeigt im Querschnitt einen in einem Kunststoffkörper angeordneten Piezoaktor. Das zum Aufbau des Drucks benutzte Werkzeug ist schematisch angedeutet.

Fig. 2 zeigt eine erfindungsgemäße Piezoaktorordnung in perspektivischer Darstellung.

Fig. 3 zeigt eine Piezoaktorordnung im Längsschnitt.

Fig. 4 zeigt eine Piezoaktorordnung im Querschnitt.

Fig. 5 zeigt einen mit Kontaktfahnen und elektrischen Anschlüssen versehenen Piezoaktor in perspektivischer Darstellung.

Fig. 6 zeigt einen mit Kontaktfahnen und elektrischen Anschlüssen versehenen Piezoaktor im Querschnitt.

Fig. 7 zeigt einen Kunststoffkörper im Querschnitt.

Die Piezoaktorordnung PA besteht aus einem Piezoaktor 1, der über Kontaktfahnen 6a und 7a und mit elektrischen Anschlüssen 6 und 7 verbunden ist, und einem Kunststoffkörper 3.

Die Piezoaktorordnung PA wird in zwei Teilprozessen hergestellt. In einem ersten Verfahrensschritt wird der Kunststoffkörper 3 in einem Formgebungsprozeß vorgefertigt. Im zweiten Schritt erfolgt die Passivierung und gleichzeitig der Verguß des Piezoaktors inklusive seiner elektrischen Anschlüsse. Bei der Vorfertigung des Kunststoffkörpers und der Passivierung des Aktors wird dieselbe Vorrichtung benutzt.

Der Kunststoffkörper 3 wird beispielsweise im Spritzgußverfahren hergestellt. Neben einer Abflußöffnung für überschüssiges Kunststoffmaterial weist die benutzte Vorrichtung als weiteres wesentliches Merkmal die Form der Oberfläche 2 des Aktors 1 auf. Dadurch gelangt man im Formgebungsprozeß zu einem Kunststoffkörper 3 mit einem Hohlraum 5, dessen Innenfläche 4 die Oberfläche 2 des Aktors 1 in inverser Form aufweist. Die Fig. 5 und 6 zeigen schematisch einen Piezoaktor 1 mit einer Oberfläche 2. In Fig. 7 ist ein entsprechend gestalteter Kunststoffkörper 3 mit Hohlraum 5 und Innenfläche 4 im Querschnitt zu sehen.

Als Ausgangsmasse wird Festsilikon oder fluoriertes Silikon-Elastomer eingesetzt. Die Masse enthält Vernetzungs-

substanzen wie beispielsweise schwefelhaltige Verbindungen. Darüber hinaus ist der Masse ein interner Haftungsvermittler in Form einer siliziumorganischen Verbindung beigemischt, die über hydrophile und hydrophobe Seitengruppen verfügt. Nach dem Ausfüllen der Spritzgußform mit der Ausgangsmasse wird die Vernetzung des Kunststoffs z. B. durch Temperaturerhöhung eingeleitet. Wenn ein Vernetzungsgrad erreicht ist, der zu einem formstabilen aber nach wie vor fließfähigen Zustand des Kunststoffkörpers führt, wird die Vernetzung des Kunststoffs durch Temperaturerniedrigung verlangsamt bzw. abgebrochen.

Die dem Piezoaktor entsprechende Form des Spritzgußwerkzeugs wird aus dem vorgefertigten Kunststoffkörper entfernt und an deren Stelle der Piezoaktor selbst in den nun vorhandenen Hohlraum 5 des Körpers 3 eingeschoben. In Fig. 1 ist ein in einem vorgefertigten Kunststoffkörper 3 eingeschobener Piezoaktor 1 dargestellt.

Nach dem Einlegen des Piezoaktors erfolgt der Verguß und die Passivierung des Piezoaktors. Dazu wird das Spritzgußwerkzeug als Preßwerkzeug benutzt. Von außen wird der Druck P mittels des Preßwerkzeugs 8 auf den Kunststoffkörper in Richtung Oberfläche des Piezoaktors ausgeübt. Das Preßwerkzeug und der von ihm ausgeübte Druck P sind in Fig. 1 schematisch dargestellt.

Die Vernetzung des Kunststoffs wird wieder in Gang gesetzt. Dadurch werden die Zwischenräume zwischen Piezoaktor und Kunststoffkörper porenfrei ausgefüllt. Durch die Öffnung der verwendeten Vorrichtung kann überschüssiges Kunststoffmaterial abfließen. Mit Hilfe des Haftungsvermittlers wird der Kontakt zwischen Piezoaktor und Kunststoffkörper hergestellt.

Die so hergestellte Piezoaktorordnung wird zur Steuerung eines Einspritzventils einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Dieselmotors eingesetzt (Anspruch 22).

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines elektrotechnischen Bauteils (1), das eine mit einem Kunststoff passivierte Oberfläche (2) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein vorgefertigter Körper aus dem Kunststoff (3) und die zu passivierende Oberfläche (2) des Bauteils (1) zusammengebracht und durch eine Druckausübung in bleibenden Kontakt miteinander gebracht werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Körper (3) verwendet wird, der in einem Formgebungsprozeß vorgefertigt wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein schlauchförmiger Körper (3) verwendet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Körper (3) verwendet wird, dessen Innenfläche (4) im wesentlichen die Oberfläche (2) des Bauteils (1) in inverser Form aufweist.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Körper (3) verwendet wird, der aus mindestens zwei Einzelteilen besteht, die jeweils mit einem Bereich der Oberfläche (2) des Bauteils (1) zusammengebracht werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein Körper (3) verwendet wird, der zumindest teilweise vernetzten Kunststoff aufweist.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein Körper (3) verwendet wird, der zumindest ein Stabilisierungselement aufweist.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, da-

durch gekennzeichnet, daß ein Körper (3) verwendet wird, der einen Stoff zur Haftungsvermittlung aufweist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein Bauteil (1) verwendet wird, dessen Oberfläche (2) einen Stoff zur Haftungsvermittlung aufweist. 5

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein Körper (3) verwendet wird, der zumindest einen Kunststoff aufweist, der aus der Gruppe der Festsilikone und/oder fluorierten Silikon-Elastomere ausgewählt ist. 10

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck von außen mittels einer Vorrichtung zur Druckerzeugung (8) ausgeübt wird. 15

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck durch Vernetzen des Kunststoffs des Körpers (3) erzeugt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoff thermisch vernetzt wird. 20

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoff durch Belichtung vernetzt wird.

15. Elektrotechnisches Bauteil (1), das eine mit einem Kunststoff passivierte Oberfläche (2) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoff aus zumindest einem aus der Gruppe der Festsilikone und/oder fluorierten Silikon-Elastomere ausgewählten Stoff besteht. 25

16. Elektrotechnisches Bauteil (1), das eine mit einem Kunststoff passivierte Oberfläche (2) aufweist, insbesondere Bauteil nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche (2) des Bauteils (1) und die Innenfläche (4) des Körpers (3) in porenfreiem Kontakt miteinander stehen. 30

17. Bauteil nach einem der Ansprüche 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Körper (3) zumindest ein Stabilisierungselement aufweist. 35

18. Bauteil nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Körper (3) einen Stoff zur Haftungsvermittlung aufweist. 40

19. Bauteil nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauteil ein Piezobau-
element ist.

20. Piezobauelement nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Piezobauelement ein Piezoaktor ist. 45

21. Bauteil nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauteil eine Brennstoffzelle ist. 50

22. Verwendung eines Piezoaktors nach Anspruch 20 zur Ansteuerung eines Einspritzventils, insbesondere eines Einspritzventils einer Brennkraftmaschine.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

FIG 3

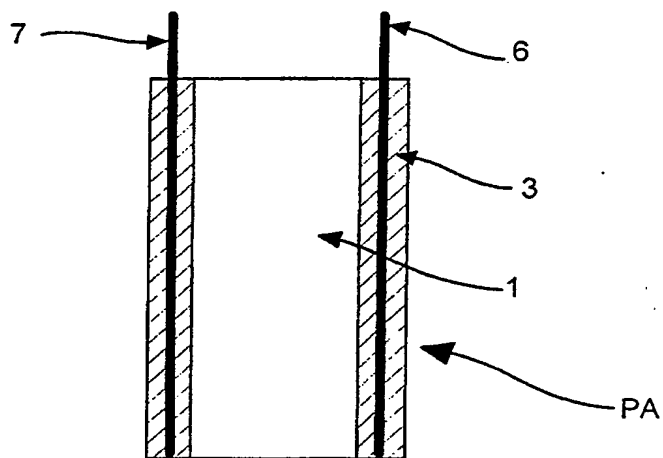


FIG 4

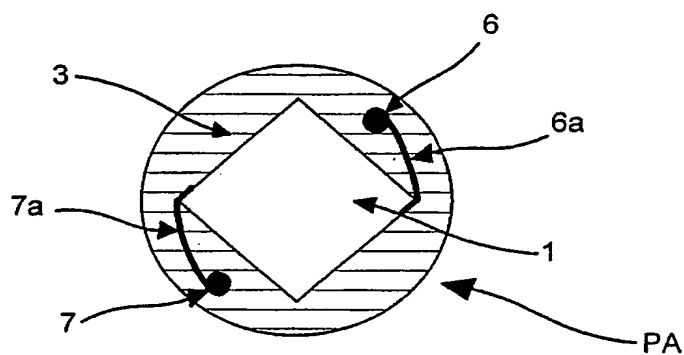


FIG 1

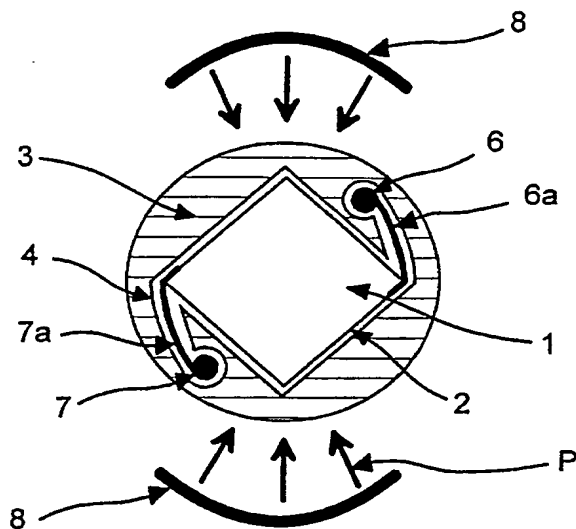


FIG 2

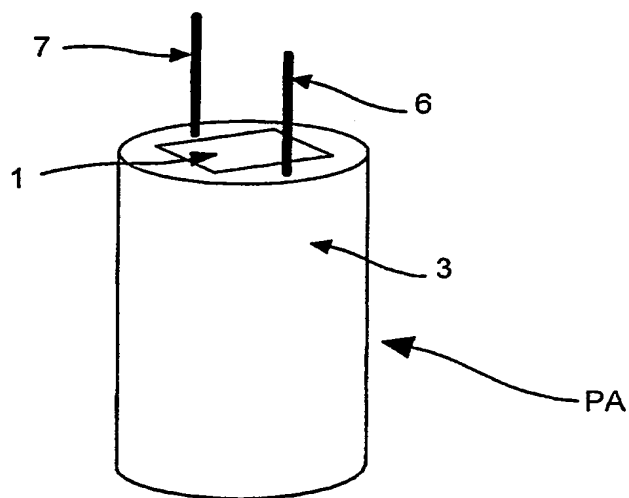


FIG 5

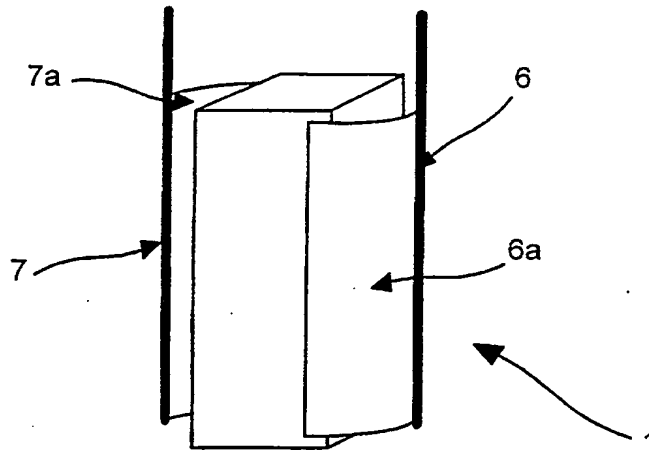


FIG 6

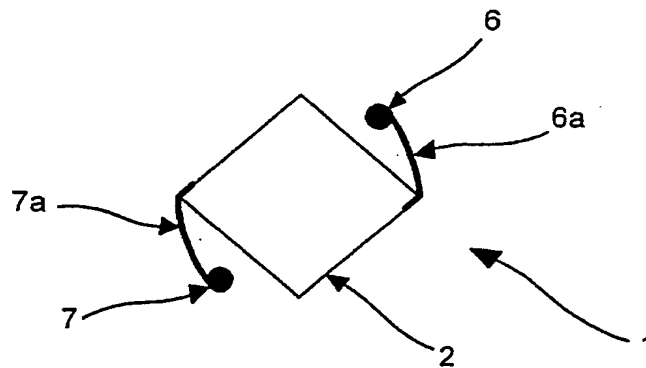
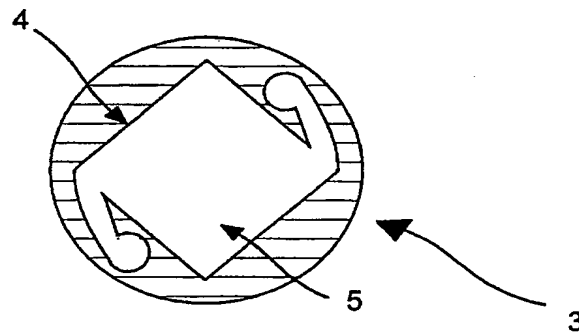


FIG 7



Docket # 93-03P12931
 Applic. # 101541,012
 Applicant: Döllgast et al.
 Lerner Greenberg Steiner LLP
 Post Office Box 2480
 Hollywood, FL 33022-2480
 Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101